



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA DE NUTRICIÓN

Capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos del
extracto hidroalcohólico de la pulpa de *Vasconcellea x heilbornii*
(babaco)

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Licenciada en Nutrición

AUTORA:

Correa Tejada Yeni (ORCID: 0000-0002-4493-0846)

ASESOR:

Dr. Díaz Ortega Jorge Luis (ORCID: 0000-0002-6154-8913)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Promoción de la salud y desarrollo sostenible

TRUJILLO _ PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la sabiduría necesaria para lograr terminar mi carrera profesional.

A mis padres por su esfuerzo y apoyo incondicional en cada objetivo y meta planteada, a mis hermanos por ser mi fortaleza y apoyo moral para seguir adelante durante todo el proceso.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme fortaleza y la sabiduría necesaria en todo el trayecto de mi carrera profesional.

A mi padre Eduardo Correa Santa Cruz, a mi madre Carmen Julia Tejada Chocano y hermanos Nilton Correa Tejada; Yoel Eduardo Correa Tejada por motivarme a salir adelante y por la fortaleza que condujeron hacia mí para lograr mis objetivos y ver realizada mi meta profesional.

A mi asesor el Dr. Jorge Díaz Ortega por la paciencia, consideración y por guiarme con sus enseñanzas durante la realización de la presente investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y Diseño de Investigación	11
3.2. Variables y Operacionalización	11
3.3. Población y Muestra	11
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	12
3.5. Procedimiento	13
3.6. Método de Análisis de Datos	16
3.7. Aspectos Éticos.....	16
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN.....	18
VI. CONCLUSIONES.....	23
VII. RECOMENDACIONES	23
REFERENCIAS	24
ANEXOS.....	29

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico del fruto *Vasconcellea x heilbornii* (babaco) según el método DPPH.....17

TABLA N° 2: Contenido de compuestos fenólicos del extracto hidroalcohólico del fruto *Vasconcellea x heilbornii* (babaco) según método Folin Ciocalteu.....17

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad determinar la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos presente en la pulpa fresca de *Vasconcellea x heilbornii* proveniente de un predio de cultivo de la provincia de Lamas, departamento San Martín; la investigación es de tipo básico con diseño no experimental, descriptivo simple y corte transversal. Se contó con una muestra de 445.064gr de pulpa de *Vasconcellea x heilbornii* para el extracto hidroalcohólico al 80% de etanol, después de 7 días de maceración y posterior concentración en baño maría CDK-S22 a 161 ml de solución, que sirvió para evaluar la capacidad antioxidante por el método del 2,2 – difenil –1– picrilhidrazilo (DPPH); que se procedió a dar lectura de absorbancia en el espectrofotómetro Kyntel 1200 a una longitud de onda de 517 nm; y para la determinación de los compuestos fenólicos se utilizó el método de Folin Ciocalteu.

El análisis para encontrar el promedio, desviación estándar de las variables, así como graficar la regresión lineal para la actividad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos del extracto hidroalcohólico se realizó en el programa Excel 2016. El extracto hidroalcohólico de *Vasconcellea x heilbornii* (babaco) mostró una capacidad antioxidante expresada en el coeficiente de inhibición para reducir en el 50% la concentración del radical DPPH al 0.1mM (IC50) siendo correspondiente a 314.98 µg/ml, equivalente a los 0,44mM de vitamina C. Además, el contenido de compuestos fenólicos totales presentes en pulpa de *Vasconcellea x heilbornii* fue igual a 15.06±1.48 mg Eq-AG/100 g.

Palabras clave: Antioxidantes, compuestos fenólicos, babaco.

ABSTRACT

The purpose of this research work was to determine the antioxidant capacity and the content of phenolic compounds present in the fresh pulp of *Vasconcellea x heilbornii* from a farm in the province of Lamas, department of San Martín; The research is of a basic type with a non-experimental, simple descriptive and cross-sectional design. A sample of 445.064gr of *Vasconcellea x heilbornii* pulp was available for the hydroalcoholic extract at 80% ethanol, after 7 days of maceration and subsequent concentration in a CDK-S22 water bath at 161ml of solution, which served to evaluate the antioxidant capacity by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method; that the absorbance was read on the Kyntel 1200 spectrophotometer at a wavelength of 517 nm; and for the determination of phenolic compounds, the Folin Ciocalteu method was used.

The analysis to find the mean, standard deviation of the variables, as well as graphing the linear regression for the antioxidant activity and the content of phenolic compounds of the hydroalcoholic extract was carried out in the Excel 2016 program. The hydroalcoholic extract of *Vasconcellea x heilbornii* (babaco) showed an antioxidant capacity expressed in the inhibition coefficient to reduce the concentration of the DPPH radical at 0.1mM (IC₅₀) by 50%, corresponding to 314.97 µg / ml, equivalent to 0.44mM of vitamin C. Furthermore, the content of total phenolic compounds present in *Vasconcellea x heilbornii* pulp was equal to 15.06 ± 1.48 mg Eq-AG / 100 g.

Keywords: Antioxidants, phenolic compounds, babaco.

I. INTRODUCCIÓN

El estrés oxidativo tiene su origen cuando los niveles de especies reactivas (ROS) sobrepasan la capacidad de defensa antioxidante que posee el individuo, generando inestabilidad y por consiguiente se darán las reacciones de óxido reducción (redox). Dentro de los factores desencadenantes del mismo están, los medioambientales, el consumo excesivo de tabaco, agentes como la malnutrición y los que engloba esta, resaltando una alimentación careciente de nutrientes en la población.¹

El estrés oxidativo se relaciona estrechamente como agente generador de enfermedades cardiovasculares (ECVs) y el síndrome metabólico, siendo estos considerados como el resultado de procesos inflamatorios crónicos relacionados estrechamente a la producción de radicales libres (RL), a consecuencia de las lesiones generadas en las moléculas de los diferentes tejidos del organismo, provocando (rompimiento del ADN, desnaturalización de proteínas, entre otros).²

El cáncer es considerado hoy en día un problema de salud pública, según las estadísticas reportadas por el Instituto nacional de enfermedades neoplásicas (INEN), durante el año 2018 se estimaron el incremento de 70000 casos de cáncer en el país. Precizando que durante los últimos 5 años el registro de casos oncológicos fueron un 38.1% correspondiente a varones y el 61.9% en mujeres. El INEN preciso que el 75% de casos nuevos de cáncer presentados en el país se pueden prevenir y/o detectar a tiempo, para ello recomienda dejar los malos hábitos como fumar y mejorar la alimentación agregando a la dieta frutas y verduras.³

El cáncer se manifiesta en etapas y funciones múltiples para desarrollar la patología, dentro de los estados están la iniciación, generación y la sucesión de las células componentes del tumor, en todo este proceso están inmersos los RL, la alteración o daño celular es el resultante del estrés oxidativo debido a la alteración del equilibrio intracelular del proceso de oxido reducción, de otro modo la homeostasis entre prooxidantes y antioxidantes. Varios estudios han demostrado que los radicales libres dañan el ADN debido a que el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en presencia de sulfato de hierro induce a la fragmentación de los cromosomas, partiendo de esto se ha estudiado la interacción de los radicales libres no solo con

el ADN sino también con las proteínas, lípidos y el AR, entre otras biomoléculas. Fundamentalmente la variación oxidativa de estas moléculas genera la inestabilidad de la homeostasia celular, lo que deriva en carcinogénesis.⁴

La organización mundial de la salud (OMS) en el año 2013 logró poner en marcha el plan de acción mundial para la prevención y el control de enfermedades no transmisibles que abarcó el periodo 2013 al 2020, teniendo como objetivo principal bajar los indicadores de mortalidad prematura que es producida por causa del cáncer en un 25%; teniendo como ejes primordiales la adquisición de una dieta rica en antioxidantes. La OMS considera que aproximadamente 3,9 millones de muertes en el año 2017 han tenido como factor desencadenante la malnutrición, especialmente un consumo deficiente de antioxidantes estando estos presentes en las frutas y verduras.⁵

La OMS y la World cáncer Research fund (WCRF) en la actualidad ha establecido como régimen alimentario, que el aporte de antioxidantes que nos proveen las frutas y vegetales sea como mínimo 400 gr. al día, de esta manera se asegura al organismo un mecanismo de defensa contra los radicales libres, este mecanismo se desarrolla de manera preventiva lo cual se busca prevenir las enfermedades crónicas no transmisibles.⁶

Las diferentes investigaciones sobre la actividad antioxidante en las frutas permitieron identificar la presencia de carotenoides, compuestos fenólicos y vitaminas como las responsables de la protección contra moléculas oxidantes, las cualidades antioxidantes de los polifenoles según su actividad química es su capacidad de donar electrones y átomos de hidrógenos, de la misma manera como su alta estabilidad y baja reactividad química en su forma oxidada. Las frutas poseen una función esencial en la neutralización de las moléculas de radicales libres sin alterar su estabilidad electroquímica. Los antioxidantes presentes en las frutas tienen estructuras químicas muy diversas como las vitaminas, minerales, compuestos fenoles, enzimas y colorantes naturales.⁶

Duchitanga P. (2018) Realizó un estudio descriptivo, comparativo y de corte transversal, “análisis de la capacidad antioxidante de frutas y verduras sometidos a congelación y liofilización”, en el cual se demostró que el aporte de antioxidantes

en la pulpa fresca del babaco es muy alta a comparación de los alimentos estudiados, además de resaltar su presencia de carotenoides como la violaxantina, la cricaxantina, criptoxantina y carotenos, también se reconoce la presencia de enzimas proteolíticas y la papaína alcaloide. Adicional a ello se observó la pérdida de capacidad antioxidante cuando la pulpa se somete a congelación y liofilización de un 10 a 70%.⁷

Matute P. y Tirado Bl. (2013). Realizaron un estudio descriptivo, comparativo y de corte transversal “análisis bromatológico de *Vasconcellea pulchra* y *Vasconcellea x heilbornii*” en el cual se obtuvo como resultado la presencia de (Ca), (Mg), (Na), (Fe), (K), (Zn), (Cu) y (P); además de la presencia de 15.83% fibra, pectina 0.038% y proteínas 0.25%.⁸

Rivera M. Et al. (2016). Realizaron un estudio descriptivo, comparativo de corte transversal donde tuvieron como objetivo determinar la concentración de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante en residuos (cáscara y pepas) de fruto de carga papaya; teniendo como resultados reportados en la concentración de compuestos fenólicos en la semilla y cáscara de 532,73 y 385,55 mg EAG/100 gr, respectivamente y en la actividad antioxidante la semilla correspondió (18,44%) y en cáscara (58.83%), demostrando que en los valores de DPPH en los residuos de cáscara superaron estadísticamente a los registrados en la semilla.⁹

Rendón S. (2016). Realizó un estudio descriptivo donde se investigó sobre la “actividad antioxidante in vitro de licopeno del tomate, papaya y guayaba rosada para la prevención del cáncer colorrectal” en el cual se evidenció la capacidad antioxidante de la papaya al ser atribuida la presencia de licopeno, mostró un valor ORAC total de $1385,5 \pm 102,9$ $\mu\text{mol Trolox}/100$ g de muestra.¹⁰

Vasconcellea x Heilbornii o babaco perteneciente al género *Vasconcellea*, es un híbrido proveniente del cruce entre *Vasconcellea pubescens* L (chamburo) y *Vasconcellea Stipulata* H (toronche) que son dos especies del mismo género y su origen es de país Ecuador, siendo este uno de los cultivos tropicales más importantes, su cultivo y producción se da entre los 2000 m.s.n.m. Teniendo una distribución desde México hasta Chile, y en Europa su producción a empezado a expandirse en países como Italia, España y nueva Zelanda; es considerado un

alimento nutritivo por su gran aporte de vitaminas y minerales además de contener una gran actividad proteolítica.¹¹

En la actualidad se conoce los beneficios que aportan los frutos *Vasconcellea stipulata*, *Vasconcellea pubescens* y *Vasconcellea x heilbornii*, en cuanto a capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos, por consiguiente es objeto de estudio debido a los beneficios que aporta en la salud del individuo en la etapa tanto de prevención como de tratamiento de patologías generadas debido a los radicales libres, las frutas estudiadas vienen siendo trabajadas por las industrias alimentarias en diferentes derivados con el fin de promover su ingesta y la aceptación de la población; siendo esta la mayor beneficiada debido a las actuales estadísticas donde reporta el incremento de enfermedades no transmisibles crónico degenerativas como el cáncer y la DM2, entre otras enfermedades causadas por los radicales libres.¹² La *Vasconcellea* estudiada es procedente de la provincia de Lamas departamento de San Martín, debido a que esta forma parte de los huertos y/o sembríos de las familias agricultoras, la presente tesis tiene como meta ayudar a contribuir con la difusión, promoción del fruto y su consumo en la población de San Martín y el Perú.

Sobre la base de la realidad problemática presentada se formuló el siguiente problema ¿Cuál es la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos del extracto hidroalcohólico del fruto *Vasconcellea x heilbornii*?

En la presente tesis se tuvo como objetivo general determinar la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos del extracto hidroalcohólico de la pulpa del fruto *Vasconcellea x heilbornii*. De esta manera como objetivos específicos se consideró mostrar la capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de la pulpa del fruto *Vasconcellea x heilbornii* y mostrar el contenido de compuestos fenólicos del extracto hidroalcohólico de la pulpa del fruto *Vasconcellea x heilbornii*.

II. MARCO TEÓRICO

En múltiples estudios se ha demostrado que los antioxidantes contrarrestan la actividad de los radicales libres que son el producto del estrés oxidativo, también realizan la función de prevenir patologías como el cáncer. Existen estudios realizados a *Vasconcellea x heilbornii* en los cuales se demuestran la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos.^{7,13}

El estrés oxidativo es generado por la alteración de los electrones de oxígeno, en su estado normal el oxígeno lo encontramos en su estado de triplete, pero mediante reacciones solo químicas, las reacciones enzimáticas pueden generar moléculas de radicales libres siendo estas un factor desencadenante para generar un sin número de reacciones que inician daño celular en el organismo.¹⁴

El daño celular es considerado cuando una materia viva es expuesta a diversos factores que generan el rompimiento de la estabilidad que es ideal entre los mecanismos antioxidantes encargados de eliminar especies reactivas y las sustancias prooxidantes, el incremento de radicales libres y el déficit de las defensas tiene como resultado la aparición de enfermedades, y con ello la limitación funcional de los órganos comprometidos del organismo y la predisposición a ser invadido por agentes como los virus y bacterias debido a las carencias del mecanismo de defensa.¹⁵

Los radicales libres (RL) se producen por medio de diferentes mecanismos como la cadena respiratoria de la mitocondria generándose en pequeñas moléculas, de esta manera están involucradas las reacciones de oxidación, la cadena de transporte de electrones a nivel microsomal y en los cloroplastos, de esta manera se produce el daño celular e intracelular al interactuar de manera directa con las biomoléculas del organismo.¹⁶

Los radicales libres tienen la capacidad de existir independientemente, poseen uno o más electrones desapareados en su última órbita, otorgándole de esta manera un carácter paramagnético que le genera mucha inestabilidad y de manera altamente reactiva, adquiriendo la capacidad que le permite combinarse inespecíficamente con las diferentes moléculas que forman parte de la estructura celular y sus derivados con la capacidad de atacar cualquier tipo de biomoléculas.

Los radicales libres son moléculas que presentan una vida media corta, según su configuración electrónica.¹⁷

La clasificación de los (RL) están determinados por inorgánicos o primarios y orgánicos o secundarios e intermedios estables que se tienen relación estrecha a los radicales libres de oxígeno. Los radicales libres inorgánicos tienen su origen en la transmisión de electrones en el átomo de oxígeno, una de sus características es que tiene una vida media muy corta y entre los más comunes están el óxido nítrico, el anión superóxido y el radical hidroxilo. Los radicales libres orgánicos se originan mediante la transmisión de un electrón a un radical inorgánico, a un átomo de una molécula orgánica o por reacciones de los radicales inorgánicos, dentro de los principales átomos de las biomoléculas están el oxígeno, el carbono, el nitrógeno y el azufre. Los intermedios estables relacionados estrechamente con los radicales libres de oxígeno; en este grupo se encuentran presentes las especies químicas no necesariamente radicales libres que son generadoras de sustancias resultantes de reducción o metabolismo de las mismas, las más conocidas son el peroxinitrico, los hidroperóxidos orgánicos, el ácido hipocloroso, el peróxido de hidrógeno y el oxígeno singlete.¹⁸

Los antioxidantes pueden ser definidos como moléculas que tienen la capacidad de prevenir o retardar la oxidación de otras moléculas como los sustratos biológicos. Además, juegan un papel fundamental en el sistema de defensa del organismo, el mecanismo antioxidante de defensa lo conforman un conjunto de sustancias que, al ser expuestas en concentraciones bajas con relación al sustrato oxidable, disminuye de manera muy significativa la oxidación del mismo; se consideran sustratos oxidables a las moléculas orgánicas e inorgánicas presentes en el organismo como las proteínas, lípidos, hidratos de carbono y las moléculas de ADN.¹⁹

Las moléculas antioxidantes desarrollan como función principal impedir la unión de otras moléculas con el oxígeno, las moléculas antioxidantes reaccionan e interactúan de manera más rápida con los radicales libres a comparación del citosol, núcleo o líquido extracelular y el resto de moléculas presentes en el microambiente de la membrana plasmática. Los antioxidantes exógenos desarrollan la función de sacrificio del antioxidante al neutralizar el radical libre y

debido a la pérdida de su integridad molecular para de esta manera frenar o evitar el daño y alteración de la molécula objetivo, para generar el equilibrio prooxidante/antioxidante a favor de estos últimos debido a esto la reposición de antioxidantes debe ser continua mediante la ingesta de alimentos que lo poseen.¹⁹

Las enzimas antioxidantes desarrollan un rol indispensable en el organismo, entre ellas tenemos a la Catalasa (CAT) que se encuentra distribuida en concentraciones más altas en el hígado y riñón y de manera disminuida en el tejido conectivo y epitelial, su localización a nivel celular está presente en la mitocondria, peroxisomas y citosol, desarrolla la función catalítica y peroxidativa además de formar parte del sistema antioxidante CAT/SOD que actúa en presencia de altas concentraciones de peróxido de hidrógeno. De manera similar actúa el glutatión peroxidasa (GPx) teniendo en cuenta que esta enzima depende para su función la presencia de selenio, realiza la función de catalizar la reducción del peróxido de hidrógeno a lipoperoxido.¹⁸

El Superóxido dismutasa se encuentra presente en gran parte del organismo, está formada de enzimas metaloides: CuSOD y ZnSOD: en su sitio activo contiene cobre y cinc encontrándose en el espacio intermembranoso de la mitocondria y en el citosol, contiene manganeso. De esta manera estas enzimas dismutan el oxígeno para formar peróxido de hidrógeno y la función que desarrolla es protección ante el radical anión superóxido.¹⁸

La dieta rica en antioxidantes desarrolla un papel crucial en ayudar a los antioxidantes endógenos para neutralizar a las moléculas que generan el estrés oxidativo, el déficit de nutrientes y antioxidantes en el organismo es un factor que predispone al desarrollo de patologías crónicas y degenerativas, cada nutriente es único en términos de su estructura y función antioxidante. Los antioxidantes que se obtienen mediante la dieta son las vitaminas antioxidantes C, A y E; los carotenoides, flavonoides, antocianinas.²⁰

Los compuestos fenólicos son moléculas que dentro de sus características principales es tener uno o más grupos hidroxilo unidos a un anillo aromático, son considerados antioxidantes de manera similar que las vitaminas, se encuentran presentes en las frutas, hortalizas y otros alimentos y los podemos adquirir

mediante la dieta para beneficio del organismo. Los compuestos fenólicos ejercen una serie de funciones metabólicas en las plantas durante todo su proceso de desarrollo, siendo responsable del color y las características sensoriales que poseen los alimentos.²¹

Los compuestos fenólicos procedentes originariamente de las plantas, son metabolitos secundarios que son sintetizados y regulados genéticamente por factores ambientales en algunas circunstancias; tal es el caso que cuando la planta o fruto es herido secretan fenoles que actúan como fitoalexinas en manera de defensa de posibles ataques fúngicos o bacterianos. Además de contribuir con la pigmentación. Debido a su diversidad estructural se clasifican de diferentes maneras como los no flavonoides (fenoles no carboxílicos, ácidos fenoles), los flavonoides (antocianos; flaonas, flavononas, flavonoles y flavovonones; flavanoles, taninos condensados y lignanos)²².

Vasconcellea x Heilbornii es un híbrido perteneciente a la familia caricaceae, conocida como babaco “papaya de montaña”, “papaya de la selva es un fruto partenocárpico que ha sido cultivado en la década de 1980 pero su gran aceptación y popularidad remonta en la década de los años 1990 en cultivos intensivos bajo invernadero. Dentro de las características principales del fruto es su forma alargada que mide aproximadamente veinte centímetros por cinco o seis de ancho, no tiene semilla de tal manera que no es necesarios el proceso de polinización para su desarrollo, la producción aproximada por cada planta es de 25 a 30 frutas anualmente. Las plantas empiezan a dar sus primeros frutos entre los 10 y 12 meses, la pulpa es de color amarillento cuando el fruto está verde y cuando ya está en su término de maduración presenta un color blanquecino; en la actualidad su sembrío y producción es en varios países del mundo. ²³

La peculiaridad de *Vasconcellea x Heilbornii* es ser considerado un híbrido natural resultante del cruce entre *Vasconcellea pubescens* L (chamburo) y *Vasconcellea Stipulata* H (toronche) de origen del país de ecuador, crece y se desarrolla entre 1500 y 2500 m.s.n.m. Cuando el fruto se encuentra en su estado de maduración aún verde exuda látex que posee características proteolíticas, el fruto se consume directamente cuando se encuentra a término maduro. Entre sus derivados comerciales más comunes encontramos yogurt, néctar, mermelada o fruta

deshidratada. En la actualidad la industria extrae las enzimas proteolíticas del látex del babaco verde con fines industriales.²⁴

La taxonomía de esta fruta presenta las siguientes consideraciones, corresponde a la familia plantae de la clase Angiospermae de las Caricaceae, el género *Carica*, la especie pentagona y presentando por nombre científico *Vasconcellea x heilbornii*. El fruto posee la gran capacidad de producción sin necesidad de emplear el método de polinización, se resalta como una característica de esta planta. Los frutos que se obtienen como producto miden aproximadamente entre 38 centímetros de largo y 14 de ancho y pesan alrededor de 800 gr. a 2.2 kilos por unidad.²⁵ El color de la fruta en su estado de maduración 0 es verde oscuro y en su estado de maduración de cosecha a término es en su estadio 5 o 6. Las características presentadas por el fruto en el término de maduración fisiológico son; el color de la corteza es amarillo, el color de la pulpa es blanca transparente, el sabor es Semi ácido, la forma es ovoide, el % de corteza es del 5 a 10%, la parte comestible es del 15 a 25%.²⁶

En la actualidad se cultivan más de 180 hectáreas de babaco a campo abierto y 5500 a 8000 plantas por hectárea bajo condiciones de invernadero en el país de Ecuador. El rendimiento del fruto es de 200 a 500 toneladas por hectárea, siendo un producto de exportación. También se cultiva este fruto en la región norte de Sudamérica en países como Colombia, Perú y Chile, en Norteamérica en países como México y en países del continente de Europa.²³

Vasconcellea x heilbornii es considerada una fruta con propiedades antioxidantes debido a su presencia de vitaminas A, B, C y E. La composición nutricional del babaco en 100 gr. Posee los nutrientes como lípidos 0.10 – 0.20 gr. proteínas 0.74 – 0.95gr. Calorías 8 mg. fibra 1.10gr. Agua 95gr. potasio 167 mg. Calcio 13 mg. fósforo 7 mg. hierro 3.40mg. Sodio 1mg. Caroteno 0.09mg. Niacina 0.50mg. Riboflavina 0.02mg. Tiamina 0.03mg.⁸

Las condiciones climáticas requeridas para *Vasconcellea x Heilbornii* es una temperatura que varía entre 14 a 27 °C, y en variaciones extremas (menos que 5 y más que 35°C) presentan desordenes fisiológicos causando, la perdida de flores y frutos, por consiguiente, genera un déficit nutricional en los frutos que logran

desarrollarse. La humedad debe tener un rango del 70 al 80% dentro de los sembríos dentro de los invernaderos, además de tener una adecuada ventilación para evitar las plagas y la luminosidad necesaria debe ser como mínimo de 4.5 horas luz por día.²⁷

Los términos de madurez que se tienen en cuenta para *Vasconcellea x heilbornii* son la madurez comercial y la madurez fisiológica, esto se tiene en cuenta según la finalidad y tipo de mercado a la cual va a ser distribuida. La Madurez comercial: se establece en el momento en que los frutos poseen cualidades que lo hacen comestibles por su sabor, olor y su textura suave, generalmente de color amarillo; la Madurez Fisiológica: en esta etapa los frutos no necesariamente están listos para el consumo, pero pueden completar este ciclo una vez cosechados y en condiciones adecuadas de humedad y temperatura. La cosecha se realiza en forma manual cuando el fruto presenta ligeros tintes de amarillo, para una mejor maduración y conservación deben cosecharse con el pedúnculo, manipulándolo con cuidado para evitar daño.²⁸

El método utilizado para la determinación de actividad antioxidante de la pulpa de *Vasconcellea x heilbornii* es el método DPPH, el cual evalúa la actividad antirradical en su forma origen el radical DPPH•+ puede absorber a 517 nm, obteniendo una coloración púrpura o violeta con la característica de ser orgánico nitrogenado y estable; este mismo radical libre al entrar en contacto con sustancias antioxidantes va disminuyendo su nivel de absorbancia, al mismo tiempo que va ganando de manera progresiva un átomo de hidrógeno que es donado por la sustancia antioxidante u otro radical. Por consiguiente, el DPPH•+ se reduce a DPPH-H, causando una coloración más débil y disminuyendo su capacidad oxidante.²⁹

El método utilizado para la identificación de presencia de compuestos fenólicos en la pulpa de *Vasconcellea x heilbornii* es el método de Folin & Ciocalteu, es de tipo espectrofotométrico en el que se usa como reactivo una combinación de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico, presenta un color amarillo y al reaccionar con los restos fenólicos varia su color a azul.³⁰

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

investigación básica; no experimental, descriptivo simple y corte transversal.

3.2. Variables y Operacionalización

Actividad antioxidante

Definición conceptual: Las moléculas antioxidantes tienen como finalidad innata eliminar los radicales libres con el propósito de sostener el equilibrio pro y antioxidante. ¹⁹

Definición operacional: la capacidad antioxidante se determinó aplicando el método de DPPH.

- ❖ **Indicador:** La concentración inhibitoria IC₅₀ µg (sólidos totales) /ml del extracto hidroalcohólico.

Tipos de variables: Cuantitativa de razón.

Contenido de compuestos fenólicos

Definición conceptual. Los compuestos fenólicos son fitoquímicos o metabolitos secundarios que poseen numerosas propiedades bioactivas y mediante la ingesta alimentaria proporciona efectos protectores para la salud.²³

Definición operacional: los compuestos fenólicos se determinaron mediante la aplicación del método de Folin Ciocalteu.

Indicador: miligramos de equivalente de ácido gálico/100 gramos de pulpa de fruta.

Tipos de variables: cuantitativa de razón.

3.3. Población y Muestra

2.3.1. Población

Pulpa del fruto de *Vasconcellea x heilbornii* en estadio de maduración 6, procedente del departamento de San Martín provincia de Lamas.

➤ Criterios de inclusión:

Fruto de *Vasconcellea x heilbornii* (babaco) con grado de madurez fisiológica estadio 6 (cascara color amarillo).

➤ Criterios de exclusión:

Frutas que presenten alguna característica de deterioro, cortes, golpes, magulladuras.

➤ Muestra:

Se emplearon 892 gr de *Vasconcellea x heilbornii* (babaco) originario del departamento de San Martín Provincia de Lamas. El tamaño de la muestra se determinó por beneficio, de esta manera se garantizó el logro satisfactorio de los objetivos y con ello se dio cumplimiento a los criterios de inclusión presentados.

➤ Muestreo:

No probabilístico por conveniencia.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La técnica empleada en esta investigación para la evaluación de las variables de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos es la observación siendo determinados por el método del DPPH y método de Folin Ciocalteu respectivamente. Ambos métodos se realizaron a través del uso del espectrofotómetro. Asimismo, se utilizó una ficha de recolección de datos diferente para cada método, no es necesario realizar la confiabilidad estadística debido a que solo se registran los datos obtenidos. Como instrumento de medida se utilizó el espectrofotómetro Kynitel Kv1200 para la evaluación de la capacidad antioxidante y para el contenido de compuestos fenólicos.

3.5. Procedimiento

Recolección y transporte de la materia prima

La fruta *Vasconcellea x heilbornii* (babaco) se recolectó el día 28 del mes de octubre en horario de la tarde, seleccionando frutos de 700 gr. a 1 kg que estaban en estadio de maduración 5, procedentes de la provincia de Lamas departamento de San Martín, contando con un recipiente en óptimas condiciones para su posterior traslado a la ciudad de Trujillo en la empresa de transportes Móvil tours, siendo el día 29 en horario de la tarde su recojo para su posterior procesamiento el día 30.

Selección y acondicionamiento de la muestra

Se realizó la selección de la muestra, teniendo en cuenta el grado de madurez en estadio 6, firmeza, fruto libre de daños y magulladuras, seguido a esto se procedió a lavar con agua a chorro, luego se llevó a desinfectar usando 1 ml de hipoclorito de sodio al 5% por cada litro de agua usado, a continuación, se enjuaga con agua destilada para eliminar cualquier residuo impregnado en la fruta y se secó. Luego se separó la cáscara de la pulpa realizándose de forma manual, utilizando cuchillos de acero inoxidable. Para la separación de la cáscara se efectuaron cinco cortes, dos de ellos para la separación y eliminación de los extremos, y dos en forma longitudinal de extremo a extremo solo cortando la cáscara y se dejó reposar por 10 minutos para ver si elimina remanentes de látex presentes en la fruta, al ver que la presencia de látex era mínima o casi nada se retiró y se procedió a hacer un corte a la mitad de la fruta para separarla en dos y facilitar el pelado; luego se procedió a retirar la pulpa de la cáscara completamente.

Elaboración del extracto hidroalcohólico

- Después del lavado, desinfectado, pelado y triturado se pasó a pesar la muestra de la fruta *Vasconcellea x heilbornii* “babaco” de 892 gr. de fruta, que posteriormente se obtuvo 445.064gr de pulpa parte comestible.
- Se trabajó con 445.064gr. de pulpa de babaco y se agregó la misma cantidad en volumen de etanol al 80%, luego se vertió el contenido en un frasco de vidrio color ámbar de capacidad de un litro y se llevó a macerar por 7 días.

- Después del proceso de maceración se procedió a la filtración obteniendo 750 ml (volumen).
- Luego se llevó a baño maría CDK-S22 (Labker, EEUU) por 10 horas a una temperatura de 80°C. con la finalidad de concentrar la solución reduciendo su volumen en un 35 a 40 %.
- Se procedió a medir los grados brix utilizando un refractómetro ATC. obteniéndose como resultado 20°brix.
- Se obtuvo una solución concentrada de 161 ml que se utilizó para medir las diferentes determinaciones analíticas sobre la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos.
- Teniendo como base la solución madre previamente elaborada, será diluida en diferentes concentraciones según lo requerido.

Determinación de sólidos solubles

Después del macerado se determinaron los grados brix (sólidos totales expresados en g%) del extracto en diferentes tiempos, usando un refractómetro ATC obteniendo para el fruto *Vasconcellea x heilbornii* 20° Brix.

Determinación de la capacidad antioxidante

Método de DPPH:

- Para la determinación de la capacidad antioxidante del fruto del extracto hidroalcohólico *Vasconcellea x heilbornii* (babaco) se determinó mediante el método de DPPH (Sigma, Aldrich, Alemania). Para este ensayo se hizo una curva de calibración con ácido ascórbico (Solutest, Lab chem, Navghar, India) para expresar la capacidad antioxidante del extracto como equivalente en mM/L de ácido ascórbico. Para la curva se utilizaron 6 patrones de ácido ascórbico de concentración 0,02 mM; 0,05 mM; 0,1mM; 0,2mM; 0,5 mM; 2 mM. Se tomaron 100µL de cada una de las soluciones y se les adicionó 5 mL de solución etanólica de DPPH 0.1mM. luego se agitó y se dejó en la oscuridad durante 30 min. Se midió la absorbancia (Abs) a una longitud de onda de 517 nm empleando un espectrofotómetro Kyntel kv 1200. Los resultados se expresan como IC50 (mg/ml).

- A partir del extracto concentrado del fruto *Vasconcellea x heilbornii* babaco se prepararon soluciones de 100, 200, 400, 600 y se realizó el mismo procedimiento que a los patrones de vitamina C frente al DPPH.
- Para hallar el cálculo de la actividad de los radicales libres se empleó la siguiente fórmula.

$$\% \text{Capacidad secuestradora del radical DPPH} = \left[1 - \frac{(As - Ab)}{Ac} \right] \times 100$$

Dónde tenemos que:

As: absorbancia de la muestra (tratado con solución de DPPH*)

Ab: absorbancia del blanco (sin ser tratado con la solución del DPPH*)

Ac: absorbancia del control de la solución etanólica de DPPH* puro.

Determinación de compuestos fenólicos

Método de Folin Ciocalteu

- Se midió 125µL de a solución patrón de ácido gálico (Spectrum chemical, Gardena, California) a la cual se le añadió 0.5 mL de H₂O destilada y 125 µL del reactivo de Folin Ciocalteu (Merck, Darmstadt, Alemania), luego se dejó reaccionar por 6 minutos y se le agregó 1,25 mL de una solución de Na₂CO₃ al 7% (Solutest, Lab chem, Navghar, India).
- Finalmente, agregó 4 ml de agua destilada y se dejó en reposo por 90 minutos a temperatura ambiente en el laboratorio.
- Para la realización de las lecturas de absorbancia, se llevó las soluciones patrón y un blanco al espectrofotómetro Kynnel kv 1200, el cual se dio lectura a 760 nm de longitud de onda.
- Cada extracto del fruto que se evaluó, tuvo que diluirse con agua destilada en una proporción de 1:5.
- Se procedió a evaluar la solución obtenida en el paso anterior tal y como se realizó para los patrones de ácido gálico y el blanco.
- La determinación del contenido de fenoles totales se realizó por medio de la interpolación de las absorbancias de los extractos de la curva del ácido gálico, todos los procedimientos se realizaron 6 veces.

3.6. Método de Análisis de Datos

Se utilizó el programa Excel 2016 del Office Microsoft para la realización de tablas y gráficos propios de la Estadística descriptiva. Debido a que la investigación fue básica y el diseño no experimental.

Se trabajó con el fruto *Vasconcellea x heilbornii*, teniendo como técnica de investigación la observación espectrofotométrica.

3.7. Aspectos Éticos

La tesis presentada ha cumplido con lo establecido en la Ley de protección de la Flora y Fauna N° 29763 en la cual prescribe, cuidar de manera responsable el medio ambiente y difundir los resultados que se ha logrado obtener, para consideración y uso de otros investigadores en la realización de estudios de cotejo, experimentales o en lo que crean conveniente,³¹ con estas acciones se da a conocer a la población peruana sobre el valor nutricional que posee *Vasconcellea x heilbornii* (babaco) y de esta manera hacer conocido a este fruto cultivado en la región de San Martín, provincia de Lamas.

. .

IV. RESULTADOS

TABLA N° 1: Capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico del fruto *Vasconcellea x heilbornii* (babaco) según el método DPPH.

Extracto hidroalcohólico	Ecuación de la capacidad antioxidante método (DPPH)	IC50 (mg/mL)	Concentración de Vit. C
<i>Vasconcellea x heilbornii</i> (babaco)	$y = 0.0673x + 28.802$ $R^2 = 0.9543$	314.98	0.44 mM

Fuente: Datos obtenidos por la investigadora.

En la tabla 1 se muestra la evaluación de la capacidad antioxidante del fruto *Vasconcellea x heilbornii* “babaco” donde las concentraciones del extracto fueron de 100, 200, 400, 600(mg/ml), obteniendo como resultado un IC50 de 314,98 mg/ml equivalente a los 0,44mM de vitamina C para reducir el 50% de la concentración del DPPH 0.1mM (Ver gráfico N° 1 en anexos).

TABLA N° 2: Contenido de compuestos fenólicos del extracto hidroalcohólico del fruto *Vasconcellea x heilbornii* (babaco) según método Folin Ciocalteu.

MUESTRA (babaco)	Compuestos Fenólicos expresado mg eq AG/100g de fruto (babaco)
1	16.79
2	14.75
3	13.53
4	16.85
5	14.87
6	13.53
Promedio	15.06
Desv. Estándar	1.48

Fuente: Datos obtenidos por la investigadora.

En la tabla 2 se muestra la evaluación de los compuestos fenólicos del extracto hidroalcohólico del fruto *Vasconcellea x heilbornii* donde se trabajaron con 6 muestras, siendo el contenido promedio de compuestos fenólicos y desviación estándar correspondiente a 15.06 ± 1.48 mg eqAG/100 gr de fruto.

V. DISCUSIÓN

La presente tesis tuvo como objetivo principal determinar la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos del fruto *Vasconcellea x heilbornii*, planta perteneciente a la familia de las caricaceae y al género *Vasconcellea*, cultivado en la región San Martín provincia de Lamas y originario del país ecuador, *Vasconcellea x heilbornii* es reconocido por diferentes autores^{7,8} como fruto que tiene presencia de compuestos fenólicos y antioxidantes además de contener Ca, P, Fe, Vitamina C, Vitamina A, ácido cítrico, málico y galacturónico. Por otro lado, en investigaciones realizadas⁴⁰ en conjunto con otros frutos de su especie en cuanto a las características sensoriales, el babaco fue el que obtuvo más aceptabilidad en cuanto a su sabor, aroma y tamaño ante los otros frutos de su especie.

En la tabla N° 1 se observa la capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de la pulpa del fruto *Vasconcellea x heilbornii* por medio de la concentración inhibitoria media (IC50).

La concentración del extracto hidroalcohólico del fruto *Vasconcellea x heilbornii* necesaria para reducir en un 50 % la concentración del radical DPPH fue 314.98 µg sólidos totales /ml del extracto, es equivalente a los 0,44mM de vitamina C. Otros estudios expresan la capacidad antioxidante de *Vasconcellea x heilbornii* expresados en otras unidades con equivalentes en otras sustancias antioxidantes, así es el caso de Pérez et al³³ quienes obtuvieron un IC50 de 166.55 ± 28.56 µmol equivalentes trolox/100gr de muestra de pulpa de babaco utilizando el método de DPPH; demás, ellos realizaron la prueba de determinación de vitamina C donde obtuvieron como resultado 70.04 ± 12.27 mg Vit. C/100g de pulpa fresca. Repo y Encina³² realizaron una investigación donde

determinaron de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas entre ellos *Vasconcellea pubescens* donde obtuvieron un IC50 de 1936 ± 228 μg equivalente trolox/g de muestra de pulpa de fruta mediante el método de DPPH, además se encontró $31,41 \pm 1,3$ mg de equivalente ácido ascórbico/ 100g de muestra de *Vasconcellea pubescens*.

Entre los estudios de Pérez et al³³ y Repo y Encina³² el contenido encontrado de ácido ascórbico es mayor el de *Vasconcellea x heilbornii* frente al de *Vasconcellea pubescens*.

Rivera⁹ evaluó la capacidad antioxidante en residuos cáscara de carica papaya, obtuvo un IC50 de 385,55 mg Equivalentes AG/100 gr de muestra de cáscara de carica papaya. Culquimboz y Escudero³⁷, realizaron una investigación donde buscaban la evaluación in vitro de la actividad antioxidante, del fruto de *Vasconcellea weberbaueri* (Harms) V. M. Badillo y determinación de la actividad fotoprotectora in vitro en una crema base, usando el método ABTS obtuvieron un valor de $\text{IC}_{50} = 98,5051$ $\mu\text{g/mL}$ para el extracto etanólico. Se realizó una prueba de solubilidad del extracto etanólico de *Vasconcellea x heilbornii* en el cual se puso a prueba varios solventes entre ellos el etanol y el metanol donde se evidencio que hay mayor evidencia de solubilidad en el etanol a comparación del metanol que es un poco menor.³⁷

Rendón¹⁰ Realizó un estudio donde se investigó la “actividad antioxidante in vitro de licopeno del tomate, papaya y guayaba rosada para la prevención del cáncer colorrectal” en el cual se evidenció la capacidad antioxidante de la papaya al ser atribuida la presencia de licopeno, mostrando un valor ORAC total de $1385,5 \pm 102,9$ μmol Trolox/100 g de muestra.

Investigaciones realizadas muestran actividad antioxidante en los componentes de diferentes alimentos como las frutas en su forma natural³⁴, haciendo un reto al ser humano su consumo aprovechándose en su forma natural o derivados en beneficio de su salud, garantizando el aporte de antioxidantes para fortalecer su sistema inmunológico, siendo un trabajo de los antioxidantes adherirse a los radicales libres para evitar que dañen a las células normales; debido a que nuestro cuerpo produce sustancias oxidantes constantemente, a través del

metabolismo aeróbico además de los agentes externos como la contaminación ambiental, el humo del cigarro, el consumo de las grasas trans³⁵.

En la actualidad es muy común hablar de alimentos funcionales, aquellos que dentro de su composición química ejercen un efecto directo en la salud por su acción dirigida a la prevención o reducción de alguna enfermedad son los que con su capacidad antioxidante influyen sobre los radicales libres que causan enfermedades crónico degenerativas entre las más comunes la diabetes mellitus, las enfermedades cardiovasculares y el cáncer cuyo resultado es inducido por estrés oxidativo que es básicamente el desequilibrio entre las sustancias oxidantes y los antioxidantes³⁶.

En la tabla N° 2 se evidencia el contenido de compuestos fenólicos del fruto *Vasconcellea x heilbornii*, el cual tuvo 15.06 ± 1.48 mg Eq-AG/100 g de muestra fresca. En un estudio similar a la de *Vasconcellea x heilbornii*, Culquimboz y Escudero³⁷ trabajaron con el fruto *Vasconcellea weberbaueri* (maushan); obtuvieron un valor de 7,355mg GAE/g en extracto de muestra fresca. En este mismo estudio se realizó unas pruebas para la determinación de la presencia de metabolitos secundarios en el extracto etanólico donde mediante la prueba de Shinoda se determinó la presencia de flavonoides con una mediana evidencia por la obtención rojiza intensa; mediante la prueba de Lieberman – Burchard se determinó la presencia de Triterpenoides con una mediana evidencia por el anillo pardo que presentó en su resultado y mediante la prueba de FeCl_3 se determinó la presencia de compuestos fenólicos en mediana evidencia por la coloración verde o azul en su resultado. De esta manera estos compuestos también podrían estar presentes en el fruto *Vasconcellea x heilbornii* debido a que son frutos del mismo género.

En la identificación de CF para el fruto *Vasconcellea pubescens* de la misma especie de *Vasconcellea x heilbornii*, se identificaron 19 compuestos fenólicos por HPLC con detección UV y ESI-MS-MS aislando los glucósidos de quercitina; rutina y mangaslina usando DPPH³⁸. De tal modo que Rutina es considerado un buen antioxidante debido a que es capaz de quelar iones de hierro los cuales pueden iniciar formación de los radicales libres de oxígeno, siendo la aglicona

de la rutina la que ejerce un efecto protector al unirse a los radicales libres y desestabilizarlos³⁹.

El estudio de Auquiñivin et al.⁴⁰ determinó el contenido de compuestos fenólicos en pulpa fresca y pulpa liofilizada de babaco en los cuales obtiene resultados de FT en pulpa fresca 0.46 ± 0.02 mg AGE/g de muestra y en pulpa liofilizada 59.67 ± 19.28 mg AGE/g de muestra. Se observa que existió una diferencia significativa y que los productos liofilizados presentan mayor contenido de compuestos fenólicos que los productos de pulpa fresca, los resultados pueden variar también de acuerdo al estado de madurez, tipo de solvente usado en el análisis y lugar de procedencia de la muestra además de los agentes físicos.

Todos los agentes físicos influyen de manera significativa en la obtención del resultado, en el caso de la temperatura durante la manipulación de la muestra puede afectar de manera negativa si esta es elevada o excede sus niveles normales debido a que los antioxidantes son sustancias termolábiles como es el caso de la vitamina C⁴¹.

En la presente tesis no se utilizó el metanol por problemas de accesibilidad debido a que el transporte de este producto es supervisado por la SUNAT y no se tenía los documentos establecidos para la elaboración de la guía de transporte en ese momento, teniendo en consideración que el metanol es un líquido ligero, incoloro, volátil, inflamable, tóxico y soluble en agua, cuyo punto de ebullición es de 64,7°C.

Las limitaciones presentadas en la tesis se pueden establecer según los sesgos que puede reportar el uso de etanol en lugar del uso del metanol como disolvente de la muestra de pulpa de *Vasconcellea x heilbornii*, debido a que el rendimiento cuantitativo y cualitativo de la extracción depende en gran medida de la polaridad del disolvente utilizado y esto deberá responder a la composición química de los compuestos a extraer, de la cantidad y posición de sus grupos hidroxilo, del tamaño molecular, así como de los factores como la concentración del solvente, temperatura, tiempo de contacto, tamaño de partícula y la relación masa solvente.⁴²

La extracción con solventes orgánicos es eficiente y sencilla, pero costosa, además de ser perjudicial para uso humano debido a trazas de solvente

orgánico que pueden quedar en el extracto. Por esta razón en medicina tradicional se reporta que las plantas deben macerarse en soluciones hidroetanólicas debido a su baja toxicidad para consumo humano, considerándose como un procedimiento de extracción seguro y eficiente.⁴²

De otro modo también se puede ver alterado el resultado dependiendo del estadio de maduración de la fruta, el lugar de procedencia, las condiciones climáticas a las que fue expuesto el fruto, el método usado para la extracción de metabolitos o nutrientes y el tiempo de maceración al que fue sometido el extracto, así como el solvente utilizado. Las comparaciones usadas con frutos del género *Vasconcellea* se debe a que *Vasconcellea x heilbornii* es un híbrido resultante del cruce de *Vasconcellea stipulata* y *Vasconcellea pubescens*, por ende, se buscó identificar si hay evidencia que pudo haber heredado nutrientes de sus antecesores.

VI. CONCLUSIONES

El extracto hidroalcohólico de *Vasconcellea x heilbornii* (babaco) mostró una capacidad antioxidante expresada en el coeficiente de inhibición para reducir en el 50% la concentración del radical DPPH (IC50) siendo correspondiente a= 314.98 µg/ml.

El contenido de compuestos fenólicos totales presentes en pulpa de *Vasconcellea x heilbornii* fue igual a 15.06±1.48 mg Eq-AG/100 g.

VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones nutricionales en la actualidad establecen el consumo de alimentos antioxidantes como mínimo 400 gr. al día por su aporte al fortalecimiento al sistema inmunológico, de esta manera se busca incentivar el consumo de *Vasconcellea x heilbornii* a la población de la región de San Martín y en todo el Perú, en sus diferentes presentaciones o derivados siendo recomendado de preferencia en su forma natural, resaltando sus beneficios frente a las enfermedades no transmisibles como cáncer, hipertensión y las cardiovasculares.

Las variaciones en la alimentación con relación al consumo y absorción de nutrientes llegan a influir en el desarrollo físico e intelectual, afectando de manera negativa en la calidad de vida y el desarrollo social. De tal modo se pretende que mediante la dieta se cubran las necesidades nutricionales por consiguiente tener una adecuada alimentación es esencial para mantener las defensas antioxidantes del organismo.

Se recomienda a otros investigadores realizar estudios sobre *Vasconcellea x heilbornii* para la determinación de otros componentes nutricionales en beneficio de la población peruana.

Comparar la actividad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos de *Vasconcellea x heilbornii* con muestras de otras regiones o muestras de frutas de su mismo género.

REFERENCIAS

1. Alessandrini González, R. Nutrición, Estrés Oxidativo y Envejecimiento. Avances Médicos de Cuba, Centro Internacional de Restauración Neurológica, C. Habana, Cuba, p 38-41, 2000.
2. Elahi MM, Matata BM. Oxidative Stress: A Focus on Cardiovascular Disease Pathogenesis. New York: Nova Science Publishers, Inc; 2011. (Cardiology Research and Clinical Developments). Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=540348&lang=es&site=eds-live>
3. Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas. 2018: disponible en <https://portal.inen.sld.pe/indicadores-anuales-de-gestion-produccion-hospitalaria/>
4. Stone B. Free Radicals: The Role of Antioxidants and Pro-oxidants in Cancer Development [Internet]. New York: Nova Science Publishers, Inc. (Cancer Etiology, Diagnosis and Treatments). Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=714789&lang=es&site=eds-live>
5. World Health Organization. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020. 2013
6. Vierci Gilda E, Ferro Esteban A. Capacidad antioxidante total vinculada a la ingesta de frutas y verduras en adultos jóvenes de Asunción, Paraguay. Nutr. Hosp. [Internet]. 2019 Feb; 36(1): 118-124. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112019000100118&lng=es. Epub 26-Abr-2020. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.02074>.
7. Duchitanga Torres P, Análisis de la capacidad antioxidante de frutas y verduras sometidos a congelación y liofilización. Cuenca Ecuador. 2018
8. Matute Jaramillo L. Tirado Valladares Bl. Análisis bromatológico de *Vasconcellea pulchra* y *Vasconcellea heilbornii*. Quito Ecuador. 2013.
9. Rivera O. M. Castillo R. N. et al. Determinación de los compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en residuos de fruto de *carica papaya*. Valle del Cauca Colombia. 2016.

10. Rendón M. S. Actividad antioxidante in vivo del tomate, papaya y guayaba rosada para la prevención del cáncer colorrectal. Caldas Antioquia. 2016.
11. Alvarez Quinto RA, Cornejo-Franco JF, Quito-Avila DF. Characterization of a not so new potexvirus from babaco (*Vasconcellea x heilbornii*). Guayaquil, Ecuador. 2017.
12. Guerrero C. C. Román R. M. contenido de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en fibra dietética extraída de cultivos ancestrales andinos para su utilización como suplemento alimenticio. Ambato Ecuador. 2012.
13. Matamoros V. R. Desarrollo de una bebida a base de pulpa de babaco (*Carica pentagona Heilb*) y grosella china (*Averrhoa carambola L*) Guayaquil Ecuador. 2018.
14. Corrales M. L. et al. Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. Bogotá Colombia. 2012.
15. Rutherford M. Free Radicals and Health. Hauppauge, New York: Nova Science Publishers, Inc; 2016. (Chemistry Research and Applications). Available
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1406295&lang=es&site=eds-live>
16. Venereo Gutierrez J. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. Cuba. 2002.
17. Corrales M. L. C. Muñoz A. M. Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno. Bogotá Colombia. 2012.
18. Venereo Gutiérrez Justo R. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. Rev Cub Med Mil; 31(2): 126-133. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572002000200009&lng=es.
19. Coronado H Marta, Vega y León Salvador, Gutiérrez T Rey, Vázquez F Marcela, Radilla V Claudia. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Rev. chil. nutr. 2015; 42(2): 206-212. Disponible en:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-

75182015000200014&lng=es.
75182015000200014.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>

20. Muñoz, A., Ramos, D., Alvarado, C., Castañeda, B. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Rev Soc Quím Perú*. 2007; 73 (3):142- 9.
21. Peñarrieta J. Mauricio, Tejeda Leslie, Mollinedo Patricia, Vila José L, Bravo José A. Phenolic Compounds In Food. *Rev. Bol. Quim*. 2014 dic. 31 (2): 68-81.
22. Gimeno C. E. Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. Vol. 23. Pag. 80-84. Elsevier.2004. disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-compuestos-fenolicos-un-analisis-sus-13063508>
23. Montenegro E. F. Cultivo de babaco (carica pentagona H) bajo invernadero. Cotopaxi Ecuador. 2009..
24. Maldonado C. Estudio investigativo del babaco y propuesta gastronómica. Quito Ecuador. 2011.
25. Chiluisa B. G. Estudio de la factibilidad para la creación de una microempresa. Ecuador. 2011.
26. Aldaz M. A. E. “efecto del 1-metilciclopropeno en la inhibición del etileno en la maduración de babaco (*Vasconcellea x heilbornii* var. *Pentagona*)”. Quito. Ecuador. 2016.
27. Fuertes C, Carlos A. diversidad y distribución y su uso del género *Vasconcellea* (caricaceae) en el sur de los andes colombianos. Colombia. 2019.
28. Barriga, C. Evaluación pomológica del babaco en diferentes estados de madurez y períodos de almacenamiento. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas UCE. Quito, Ecuador. 2003.
29. Brand-Williams, W.; Cuvelier, M.E.; Berset, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, v.28, p.25-30. 1995.

30. Dewanto V, Wu X, Adom K, Hai R. Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity. *J. Agric. Food Chem.* 2002; 50(10):3010-4.
31. Ministerio de Agricultura. Ley Forestal y de Fauna Silvestre LEY N° 9763. Perú: MINAGRI; 2015. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29763.pdf>
32. Repo de C.R. Encina Z.C.R. determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Perú. 2008.
33. Pérez B. D. Castañeda T. M. Granda A. M. G. Tejera E. Iturralde G. Granda A. S. Jaramillo V. T. Giampieri F. Battino M. Alvarez S. J. M. Chemical Composition and Antioxidant Activity of the Main Fruits, Tubers and Legumes Traditionally Consumed in the Andean Regions of Ecuador as a Source of Health-Promoting Compounds. Quito Ecuador. 2019.
34. Gordon M. Significance of Dietary Antioxidants for Health. *International Journal of Molecular Sciences*, 2011 [citado el 11 de mar. de 2020]. 13(1), 173–179. Disponible en <https://www.mdpi.com/1422-0067/13/1/173/html>
35. Delgado L, Betanzos G, Sumaya T. Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. *Investigación y Ciencia Redalyc*. [Revista online]. 2010 sep.-dic. [Citado 12-8-19]: 50 :10-15. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icsa/LI_NutriMole/Gabriel_Bet/importancia.pdf
36. Vasconcellos A. Alimentos funcionales. Conceptos y beneficios para la salud. Universidad de Chapman, Orange, California. 2001. Disponible en http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/ateneo/dossier/alimentos_funcionales/worldfoodscience/alimentosfuncionales.htm
37. Culquimboz S.L.J. Escudero R. J. evaluación in vitro de la actividad antioxidante antitelasa y anticolagenasa en el extracto etanólico del fruto de *Vasconcellea weberbaurei* (harms)V.M. badillo y determinación de actividad fotoprotectora in vitro en una crema base. Lima Perú. 2018.
38. Simirgiotis M, Caligari P, Schmeda-Hirschmann G. Identification of phenolic compounds from the fruits of the mountain papaya *Vasconcellea pubescens*

- A. DC. grown in Chile by liquid chromatography–UV detection–mass spectrometry. *Food Chemistry*. 2009;115(2):775-784.
39. Svobodova A, Psotova J, Walterova D. Natural phenolics in the prevention of UV-induced skin damage. A review. *Biomedical Papers*. 2003;147(2):137-145.
 40. Auquiñivin Silva Erick Aldo, Paucar Menacho Luz Maria -. Estudio comparativo de las características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas, "papayita de monte" (*Carica pubescens* Lenné & K. Koch) y "babaco" (*Carica pentagona* Heilborn) (*Caricaceae*) deshidratadas mediante liofilización. Arnaldoa. 2020. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992020000100115&lng=es.
<http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.271.27105>.
 41. Albarracin Z. H. M. efecto de la temperatura y concentración de la solución osmótica sobre la transferencia de masa de la papayita andina (*carica pubescens*). Puno Perú. 2021.
 42. Soto-García, Marcela, & Rosales-Castro, Martha. (2016). Efecto del solvente y de la relación masa/solvente, sobre la extracción de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de extractos de corteza de *Pinus durangensis* y *Quercus sideroxyla*. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 18(4), 701-714. Epub 00 de de 2016. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2016005000061>

ANEXOS

ANEXO N° 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Actividad Antioxidante	Las moléculas antioxidantes tienen como finalidad innata eliminar los radicales libres con el propósito de sostener el equilibrio pro y antioxidante. ¹⁹	Se determinó la actividad antioxidante mediante el método DPPH.	% de inhibición IC50 µg/mL	Cuantitativa de razón.
Componentes fenólicos	Los compuestos fenólicos son fitoquímicos o metabolitos secundarios que poseen numerosas propiedades bioactivas y mediante la ingesta alimentaria proporciona efectos protectores para la salud. ²³	Se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu.	mg Eq AG/100 g muestra	Cuantitativa de razón

ANEXO N° 2:**TABLA N° 3:** Ficha de recolección de datos de capacidad antioxidante.

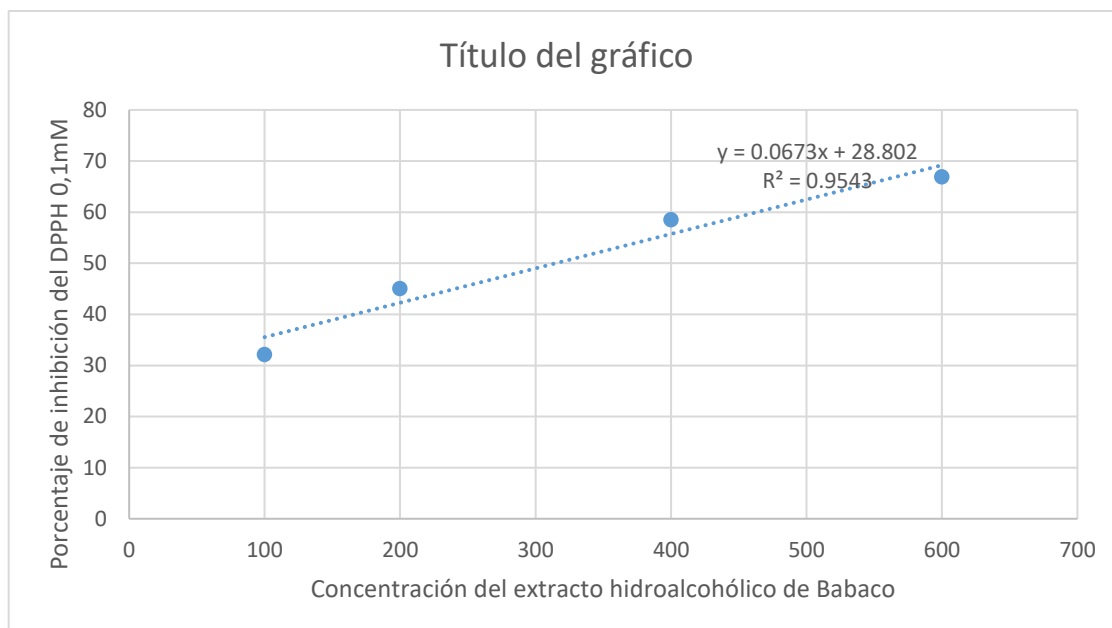
Concentración del extracto en µg/ml	Absorbancias	Coefficiente de % inhibición

TABLA N° 4: Ficha de recolección de datos de contenido de compuestos fenólicos.

N° de repeticiones	Absorbancias	Concentración de CF expresados en µg AG/ml	Concentración de CF en 100g expresados en mg
PROMEDIO			
DEV. ESTANDAR			

DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Gráfico N° 1: Porcentaje de inhibición del extracto hidroalcohólico del fruto *Vasconcellea x heilbornii*.



Fuente: datos obtenidos por la investigadora.

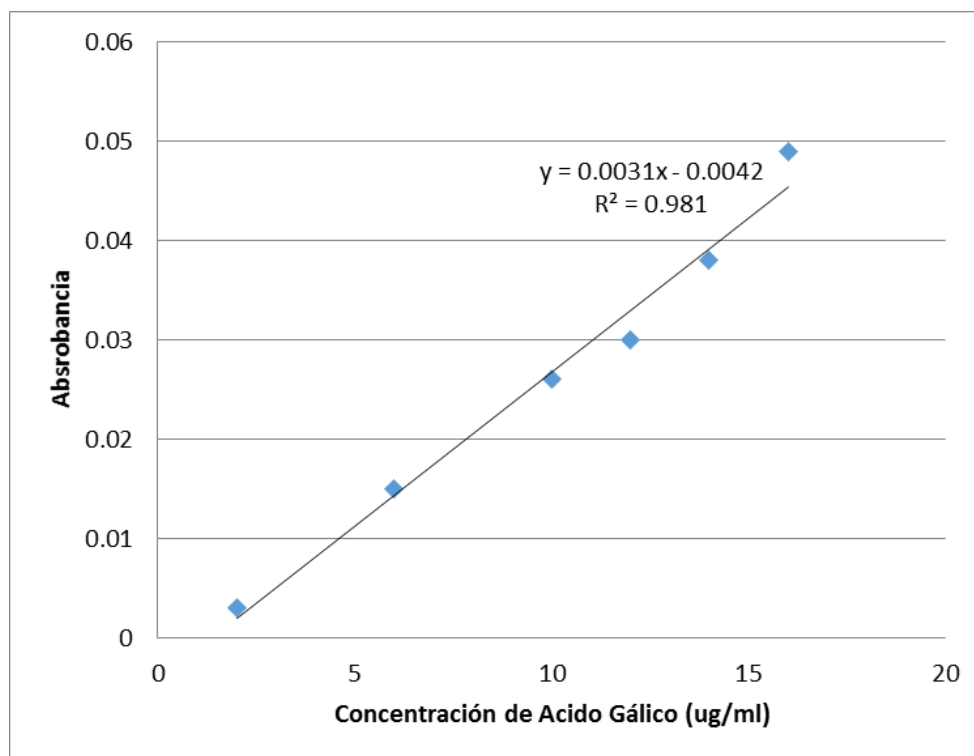
TABLA N° 5: Porcentaje de inhibición del DPPH del extracto hidroalcohólico del fruto *Vasconcellea x heilbornii*.

X	Y
Concentración (mg/mL)	% Inhibición del DPPH
100	32.17
200	45.07
400	58.52
600	66.95
314.98 mg/MI	IC50

Fuente: datos obtenidos por la investigadora.

DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS

Gráfico N° 2: Curva de calibración para el contenido de compuestos fenólicos.



Fuente: datos obtenidos por la investigadora.

TABLA N° 6: Determinación del contenido de compuestos fenólicos en *Vasconcellea x heilbornii* por Folin Ciocalteu.

N° de repeticiones	Absorbancias	Concentración de CF expresados en ug ag/mL	concentración de CF en 100gr expresados en ug.	compuestos fenólicos expresados en mg.	CF expresado mg eqAG/100g de fruto
1	0.284	92.968	464.839	74.839	16.794
2	0.249	81.677	408.387	65.750	14.754
3	0.228	74.903	374.516	60.297	13.530
4	0.285	93.290	466.452	75.099	16.852
5	0.251	82.323	411.613	66.270	14.871
6	0.228	74.903	374.516	60.297	13.530
PROMEDIO					15.05
DS					1.48

Fuente: datos obtenidos por la investigadora.

Anexo N° 3:

Cambios de color y grado de maduración de la fruta *Vasconcellea x heilbornii* (babaco).



Figura 1: Grado de maduración de *Vasconcellea x heilbornii*.

TABLA N° 7: Etapas de maduración fisiológica de *Vasconcellea x heilbornii*.

COLOR 0	Todo el fruto es de color verde oscuro.
COLOR 1	El color verde pierde intensidad y aparecen leves tonalidades amarillentas en la zona central de las caras.
COLOR 2	La tonalidad amarilla se hace más intensa en la zona central de las caras y se extiende hacia los extremos de la fruta, aparecen leves tonalidades amarillas en las aristas, manteniéndose verde el pedúnculo y el ápice.
COLOR 3	Aumenta el área de color amarillo en las caras y en las aristas, el pedúnculo y el ápice se mantienen verdes.
COLOR 4	Predomina el color amarillo que se hace más intenso en la zona central de las caras. Disminuye el verde en las aristas manteniéndose verdes las zonas cercanas al pedúnculo y el ápice.
COLOR 5	El color amarillo ocupa casi toda la superficie del fruto, excepto pequeñas áreas cercanas al pedúnculo y al ápice en donde se conserva el color verde.
COLOR 6	Fruto totalmente amarillo.

Fuente: Aldaz M. A. E. Quito. Ecuador. 2016.

ANEXO N° 4:

PROCEDIMIENTO Y METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA INVESTIGACIÓN.

SELECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA.



Figura 2: Selección de la fruta *Vasconcellea x heilbornii*.



Figura 3: Pesado de la fruta *Vasconcellea x heilbornii*.



Figura 4: Toma de la medida de la fruta *Vasconcellea x heilbornii*.



Figura 5: Lavado a chorro de la fruta *Vasconcellea x heilbornii*.



Figura 6: Pelado de la fruta *Vasconcellea x heilbornii*.



Figura 7: Pulpeado de la fruta *Vasconcellea x heilbornii*.



Figura 8: Triturado de la muestra *Vasconcellea x heilbornii*.



Figura 9: Almacenamiento de la muestra *Vasconcellea x heilbornii*.

PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN MUESTRA



Figura 10: Maceración de la pulpa de la muestra de *Vasconcellea x heilbornii* en alcohol al 80°.



Figura 11: Filtrado de la muestra de *Vasconcellea x heilbornii* después de los 7 días de macerado.



Figura 12: Concentración del extracto de la muestra de *Vasconcellea x heilbornii* en baño maría.



Figura 13: Tubos con soluciones de muestra de *Vasconcellea x heilbornii* para la determinación de actividad antioxidante.



Figura 14: Preparación de las soluciones de la muestra *Vasconcellea x heilbornii* para la determinación de CF.



Figura 15: Soluciones pasado los 90 minutos con el reactivo Folin Ciocalteu y lectura en el espectrofotómetro.